

IMAGE STORAGE METHOD AND DEVICE, AND RECORDING MEDIUM

Publication number: JP2001223901

Publication date: 2001-08-17

Inventor: TAKEO HIDEYA

Applicant: FUJI PHOTO FILM CO LTD

Classification:

- international: H04N1/41; A61B6/00; G03B42/02; G06T5/20;
H04N1/41; A61B6/00; G03B42/02; G06T5/20; (IPC1-7):
H04N1/41; A61B6/00; G03B42/02; G06T5/20

- European:

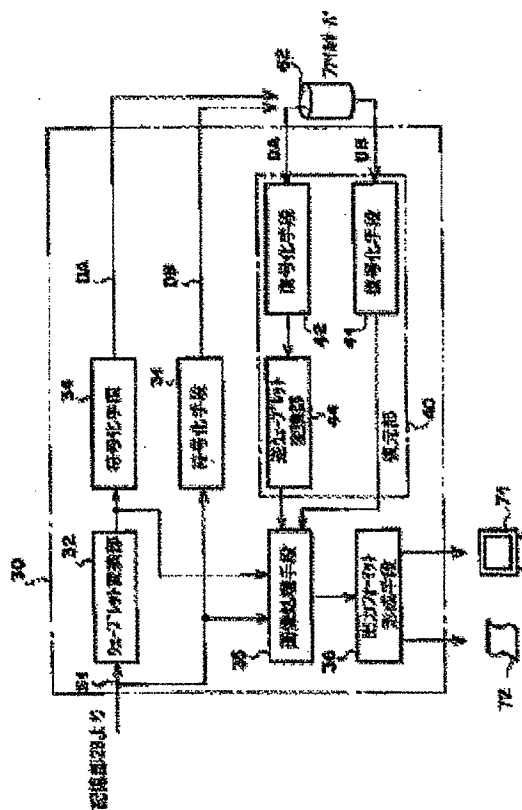
Application number: JP20000033564 20000210

Priority number(s): JP20000033564 20000210

Report a data error here

Abstract of JP2001223901

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an image storage device that can output a high resolution image including a grid image or an image with a standard resolution not causing moire at a high-speed depending on the purpose of application. **SOLUTION:** A wavelet conversion section 32 uses a low pas filter having a grid suppression function to apply wavelet conversion to a high resolution (HQ) image in the case of filtering processing for at least a first stage to obtain a wavelet conversion coefficient signal. The coding means 34 encodes the wavelet conversion coefficient signal to obtain coded data DA. By decoding the coded data DA to have a resolution level of 1, almost no moire stripe due to a still grid 4 appearsers in a signal LL1 carrying an image with a standard resolution (SQ). A coding means 31 encodes the HQ image to obtain coded data DB. A file server 62 stores both the coded data DA, DB in cross-reference with each other.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-223901

(P2001-223901A)

(43) 公開日 平成13年8月17日 (2001.8.17)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
H 0 4 N 1/41		H 0 4 N 1/41	Z 2 H 0 1 3
A 6 1 B 6/00		C 0 3 B 42/02	B 4 C 0 9 3
G 0 3 B 42/02		A 6 1 B 6/00	3 5 0 Z 5 B 0 5 7
G 0 6 T 5/20		G 0 6 F 15/68	4 0 0 A 5 C 0 7 8
			9 A 0 0 1

審査請求 未請求 請求項の数24 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2000-33564(P2000-33564)

(22) 出願日 平成12年2月10日 (2000.2.10)

(71) 出願人 000003201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼210番地

(72) 発明者 武尾 英哉

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富

士写真フイルム株式会社内

(74) 代理人 100073184

弁理士 柳田 征史 (外1名)

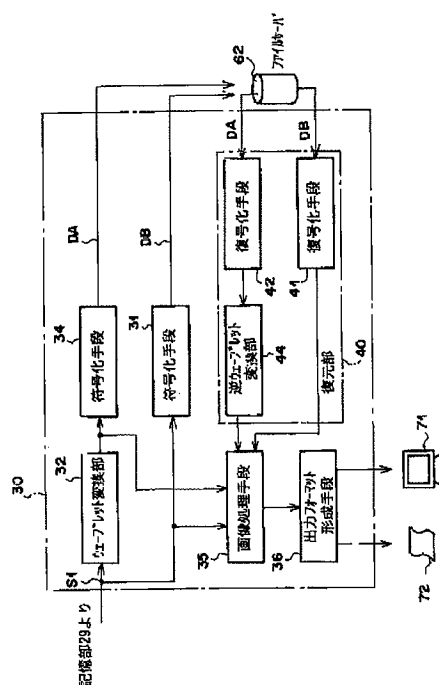
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像保存方法および装置並びに記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 グリッド像を含む高解像度画像と、モアレを発生しない標準解像度画像のいずれか一方を、利用目的に応じて、高速に出力できるようにする。

【解決手段】 ウェーブレット変換部32において、少なくとも最初の段のフィルタリング処理に際して、グリッド抑制機能を有するローパスフィルタを用いて高解像度(HQ)画像に対してウェーブレット変換を施してウェーブレット変換係数信号を得る。符号化手段34においてウェーブレット変換係数信号を符号化して符号化データDAを得る。解像度レベル1まで復元すれば、標準解像度(SQ)画像を担持する信号LL1においては静止グリッド4に起因するモアレ縞が殆ど現れない。符号化手段31において、HQ画像について符号化して符号化データDBを得る。両符号化データDA、DBを対応づけてファイルサーバ62に格納する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 周期模様像を含む原画像に対して、前記周期模様像に対応する空間周波数成分を抑制する周期模様抑制処理を施して抑制済画像を得、該抑制済画像を担持する抑制済画像データを、前記原画像を担持する原画像データと対応づけて保存することを特徴とする画像保存方法。

【請求項2】 前記原画像の解像度よりも低い解像度の、前記周期模様像に対応する空間周波数成分が抑制された低解像度抑制済画像を得、該低解像度抑制済画像を担持する低解像度画像データを前記抑制済画像データの代わりに保存することを特徴とする請求項1記載の画像保存方法。

【請求項3】 画素密度変換処理を施すことにより前記低解像度抑制済画像を得ることを特徴とする請求項2記載の画像保存方法。

【請求項4】 前記原画像と前記抑制済画像との差をとって差分画像を得、該差分画像を担持する差分画像データを、前記原画像データの代わりに保存することを特徴とする請求項1から3いずれか1項記載の画像保存方法。

【請求項5】 前記原画像を担持する原画像データを符号化して原画像符号化データを得、前記抑制済画像を担持する画像データを符号化して抑制済符号化データを得、前記抑制済画像データに代えて該抑制済符号化データを用いるとともに、前記原画像データに代えて前記原画像符号化データを用いて、前記保存を行なうことを特徴とする請求項1から4いずれか1項記載の画像保存方法。

【請求項6】 前記原画像符号化データを得るための符号化と、前記抑制済符号化データを得るための符号化のうちの少なくとも一方が、非可逆圧縮符号化であることを特徴とする請求項5記載の画像保存方法。

【請求項7】 前記各符号化データを、1つのビットストリームに含めて保存することを特徴とする請求項5または6記載の画像保存方法。

【請求項8】 前記周期模様抑制処理が、前記原画像に対して所定のフィルタによるフィルタリング処理を繰り返して施すことにより該原画像を多重解像度空間に変換するものであって、且つ少なくとも初段の前記フィルタリング処理における前記所定のフィルタとして、前記周期模様像を除去する機能を有するものを使用するものであることを特徴とする請求項1から7いずれか1項記載の画像保存方法。

【請求項9】 周期模様像を含む原画像に対して、前記周期模様像に対応する空間周波数成分を抑制する周期模様抑制処理を施して抑制済画像を得る周期模様抑制処理手段を備え、該抑制済画像を担持する抑制済画像データを、前記原画像を担持する原画像データと対応づけて保存させるものであることを特徴とする画像保存装置。

【請求項10】 前記原画像の解像度よりも低い解像度の、前記周期模様像に対応する空間周波数成分が抑制された低解像度抑制済画像を得る低解像度抑制済画像取得手段を備え、

該低解像度抑制済画像を担持する低解像度画像データを前記抑制済画像データの代わりに保存させるものであることを特徴とする請求項9記載の画像保存装置。

【請求項11】 前記低解像度抑制済画像取得手段が、画素密度変換処理を施すことにより前記低解像度抑制済画像を得るものであることを特徴とする請求項10記載の画像保存装置。

【請求項12】 前記原画像と前記抑制済画像との差をとって差分画像を得る減算手段をさらに備え、該差分画像を担持する差分画像データを、前記原画像データの代わりに保存させるものであることを特徴とする請求項9から11いずれか1項記載の画像保存装置。

【請求項13】 前記原画像を担持する原画像データを符号化して原画像符号化データを得る第1の符号化手段と、前記抑制済画像を担持する画像データを符号化して抑制済符号化データを得る第2の符号化手段とをさらに備え、前記抑制済画像データに代えて該抑制済符号化データを用いるとともに、前記原画像データに代えて前記原画像符号化データを用いて、前記保存を行なうものであることを特徴とする請求項9から12いずれか1項記載の画像保存装置。

【請求項14】 前記第1および第2の符号化手段のうちの少なくとも一方が、非可逆圧縮符号化を行なうものであることを特徴とする請求項13記載の画像保存装置。

【請求項15】 前記各符号化データを1つのビットストリームに含めて保存させるものであることを特徴とする請求項13または14記載の画像保存装置。

【請求項16】 前記周期模様抑制処理手段が、前記原画像に対して所定のフィルタによるフィルタリング処理を繰り返して施すことにより該原画像を多重解像度空間に変換するものであって、且つ少なくとも初段の前記フィルタリング処理における前記所定のフィルタとして、前記周期模様像を除去する機能を有するものを使用するものであることを特徴とする請求項9から15いずれか1項記載の画像保存装置。

【請求項17】 周期模様像を含む原画像に対して、前記周期模様像に対応する空間周波数成分を抑制する周期模様抑制処理を施して抑制済画像を得る手順と、該抑制済画像を担持する抑制済画像データを、前記原画像を担持する原画像データと対応づけて保存させる手順とを有することを特徴とする画像保存方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項18】 前記原画像の解像度よりも低い解像

度の、前記周期模様像に対応する空間周波数成分が抑制された低解像度抑制済画像を得る手順を有し、前記保存させる手順が、該低解像度抑制済画像を担持する低解像度画像データを前記抑制済画像データの代わりに保存させるものであることを特徴とする請求項17記載の記録媒体。

【請求項19】 前記低解像度抑制済画像を得る手順が、画素密度変換処理を施すことにより前記低解像度抑制済画像を得るものであることを特徴とする請求項18記載の記録媒体。

【請求項20】 前記原画像と前記抑制済画像との差をとって差分画像を得る手順を有し、前記保存させる手順が、該差分画像を担持する差分画像データを、前記原画像データの代わりに保存させるものであることを特徴とする請求項17から19いずれか1項記載の記録媒体。

【請求項21】 前記原画像を担持する原画像データを符号化して原画像符号化データを得る手順と、前記抑制済画像を担持する画像データを符号化して抑制済符号化データを得る手順とをさらに有し、前記保存させる手順が、前記抑制済画像データに代えて該抑制済符号化データを用いるとともに、前記原画像データに代えて前記原画像符号化データを用いて、前記保存を行なうものであることを特徴とする請求項17から20いずれか1項記載の記録媒体。

【請求項22】 前記原画像符号化データを得るための符号化と、前記抑制済符号化データを得るための符号化のうちの少なくとも一方が、非可逆圧縮符号化であることを特徴とする請求項21記載の記録媒体。

【請求項23】 前記保存させる手順が、前記各符号化データを、1つのビットストリームに含めて保存させるものであることを特徴とする請求項21または22記載の記録媒体。

【請求項24】 前記抑制済画像を得る手順が、前記原画像に対して所定のフィルタによるフィルタリング処理を繰り返し施すことにより該原画像を多重解像度空間に変換するものであって、且つ少なくとも初段の前記フィルタリング処理における前記所定のフィルタとして、前記周期模様像を除去する機能を有するものを使用するものであることを特徴とする請求項17から23いずれか1項記載の記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像保存方法および装置に関し、より詳細には、例えば静止グリッドを使用して撮影を行うことにより得られた画像など周期的な模様を含む画像の保存する方法および装置並びに記録媒体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、X線などの放射線を照射する

とこの放射線エネルギーの一部が蓄積され、その後可視光等の励起光を照射すると蓄積されたエネルギーに応じた光量の輝尽発光光を放射する蓄積性蛍光体（輝尽性蛍光体）を利用して、人体などの被写体の放射線画像を一旦シート状の蓄積性蛍光体に撮影記録し、蓄積性蛍光体シートをレーザ光などの励起光で走査して輝尽発光光を発生させ、得られた輝尽発光光をフォトマルチプライヤなどの読取手段により光電的に読み取って画像信号を得、この画像信号に基づいて被写体の放射線画像を写真感光材料などの記録材料やCRTなどに可視像として出力させる放射線記録再生システムが提案されている（特開昭55-12429号、同56-11395号、同55-163472号、同56-164645号、同55-116340号など）。

【0003】上述した蓄積性蛍光体シートなどに被写体の放射線画像を撮影記録する際に、被写体により散乱された放射線がシートに照射されないように4本/mm程度の細かなピッチで放射線の透過しない鉛などと透過しやすいアルミニウムや木材などが交互に配置された静止グリッドを被写体とシートとの間に配置して撮影を行うことがある。この静止グリッドを用いて撮影を行うと被写体により散乱された放射線がシートに照射されにくくなるため、被写体の放射線画像のコントラストを向上させることができるが、被写体像とともに静止グリッドに対応した細かな縞模様状のグリッド像が記録される。

【0004】このため、画像データをフーリエ変換し、グリッドの縞模様に対応する周波数データを除去した後、逆フーリエ変換を施す、あるいはグリッドの縞模様の空間周波数成分を除去するフィルタリング処理を施すことにより、縞模様が低減した観察しやすい画像を得るグリッド抑制方法が提案されている（特開平3-12785号、同3-114039号など）。このグリッド抑制方法においては、例えば、グリッドのピッチが4本/mmである場合には、4.0cycle/mm付近の空間周波数帯域に縞模様が現れるため、この周波数帯域のレスポンスを除去あるいは低減するフィルタによりフィルタリング処理を施して、縞模様を除去するようにしている。

【0005】一方、近年画像処理の分野において、画像解像度（画素密度）を変換する新規な方法としてウェーブレット変換やラプラシアンピラミッド展開などの多重解像度変換が提案され、またこの多重解像度変換によって得た変換信号を符号化・圧縮して画像伝送したり、あるいは所望の媒体に記録・保存して提供するなどの技術が提案されている。前記多重解像度変換を用いると、高密度で読み取った比較的高解像度の画像（HQ画像；High Quality）と、これよりも低解像度（例えば1/2解像度）の標準解像度の画像（SQ画像；Standard Quality）とを効率的に管理できる。また、例えば、利用目的に応じて、最高レベルの解像度まで復号化したときはHQ画像が、1/2解像度レベルまで復号化したときはSQ画像が得られるように構成するなど、任意の解像度

レベルの画像を得る、すなわち画像を任意に拡大・縮小することもできる。

【0006】しかしながら、静止グリッド像などの周期的な模様（以下周期模様という）を含む画像について画素密度変換を行なうと、周期模様に対応する空間周波数が十分に高く、最高解像度レベルの画像においては前記周期模様がさほど目立たない場合であっても、画像が低解像度レベルとなるにしたがってエリアジングが繰り返れ、周期模様に対応する空間周波数よりも低い空間周波数成分であるモアレ（縞模様）が非常に目立ち、見にくい画像になってしまうという問題が発生する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】一方、高密度で画像を読み取った後に該画像を保存する形態としては、従来、高密度で読み取った解像度レベルの高いH_Q画像を保存する方法と、保管コストを低減し、データハンドリング性能を向上させるため、H_Q画像を保存するのではなく、H_Q画像よりも解像度レベルの低い画像（画素数が少なくファイルサイズを小さくできる画像；例えばS_Q画像）を保存する方法のいずれか一方が用いられていた。

【0008】ここで、静止グリッドを用いて取得されたH_Q画像を保存する方法を用いた場合には、ファイルサーバなどに保存された画像を転送先などにおいて読み出して再度解像度レベルの高い高密度画像をフィルムなどにプリントすることができるが、その後の画像の取り扱いとしては、データ量を少なくしてハンドリング性を向上させるために、解像度を低下させた低解像度画像（例えばS_Q画像）を用いることが行なわれる。この場合、上述のように、画素密度変換して解像度を低下させると、モアレが目立つようになるので、その都度モアレ除去処理が必要となり、画像を高速に再生出力することはできない。

【0009】これに対して、予めモアレ除去処理を施した低解像度画像（例えばS_Q画像）を保存する方法を用いた場合には、転送先などにおいてモアレの目立たないS_Q画像を高速に再生出力できるが、画素補間などによって画素密度（画素数）をH_Q画像と同じにできても、得られる画像の再生周波数レンジを元のH_Q画像と同じにすることはできないので、鮮鋭度の高い画像でフィルムに出力することはできない。

【0010】したがって、静止グリッドに起因したモアレのような周期模様を持っている1つのデジタル画像（例えばH_Q画像）を取り扱う際において、H_Q画像に対して符号化技術を利用して圧縮した画像を保存し、必要なときに元の解像度レベルまで復号化してH_Q画像を表示したり、あるいは画像の解像度を落としてS_Q画像あるいはさらに低解像度の画像を表示する場合、H_Q画像よりも解像度レベルの低い画像においてもモアレなどの周期模様が生じないように予め周期模様を除去した画

像を準備しておき、いずれの解像度レベルにおいてもグリッド像（モアレを含む）などの周期模様が目立たない画像を高速に再生出力できるようにすることが望ましい。

【0011】本発明は、このような要望に鑑みなされたものであり、静止グリッドを用いて取得した画像など周期模様を含む画像を保存するに際して、目的に応じた画像を高速に利用（例えば表示出力）でき、且つ保存された画像に対して画素密度変換により画像を任意に拡大・縮小（解像度レベルを変更）しても周期模様が目立たない再生画像を得ることができる画像保存方法および装置、並びに前記画像保存方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体を提供することを目的とするものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の画像保存方法は、周期模様像を含む原画像に対して、周期模様像に対応する空間周波数成分を抑制する周期模様抑制処理を施して抑制済画像を得、該抑制済画像を担持する抑制済画像データを、原画像を担持する原画像データと対応づけて保存することを特徴とするものである。

【0013】ここで「周期模様像」とは、周期的なパターンを有する像であって、例えば、静止グリッドを用いて撮影することにより得られる放射線画像に含まれる、前記静止グリッドを表す画像（グリッド像）などである。

【0014】「周期模様像に対応する空間周波数成分を抑制する」とは、周期模様像そのものの空間周波数成分を抑制することだけに限らず、ナイキスト周波数以下のサンプリング周期でサンプリングしたり、あるいは縮小処理することにより、周期模様像に起因して発生するモアレ成分を抑制することも含む意味である。

【0015】「抑制済画像を担持する抑制済画像データを、原画像を担持する原画像データと対応づけて保存する」とは、ユーザの利用目的に応じて、周期模様像を含む原画像および前記周期模様抑制処理が施された抑制済画像のうちのいずれかを、すぐに利用（例えば再生出力）することができるように、所定の記憶装置に保存することを意味する。

【0016】本発明の画像保存方法においては、原画像の解像度よりも低い解像度の、周期模様像に対応する空間周波数成分が抑制された低解像度抑制済画像を得、該低解像度抑制済画像を担持する低解像度画像データを抑制済画像データの代わりに保存するものとするのが望ましい。

【0017】ここで、原画像の解像度よりも低い解像度の、周期模様像に対応する空間周波数成分が抑制された低解像度抑制済画像を得るに際しては、前記周期模様抑制処理を施して抑制済画像を得た後、該抑制済画像に対して低解像度化処理を施して低解像度抑制済画像を得て

もよいし、逆に原画像に対して低解像度化処理を施して低解像度画像を得た後、該低解像度画像に対して前記周期模様抑制処理を施して低解像抑制済画像を得てもよい。また、原画像に対して周期模様抑制処理と低解像度化処理を同時に施す手法を用いてもよい（後述参照）。

【0018】また、原画像の解像度よりも低い解像度の画像（低解像度画像や低解像度抑制済画像）を得る低解像度化処理としては、例えば画素密度変換処理を施す手法を用いることができる。

【0019】本発明の画像保存方法においては、原画像と抑制済画像との差をとって差分画像を得、該差分画像を担持する差分画像データを、原画像データの代わりに保存するものとしてもよい。なお、前述のように低解像度抑制済画像を得るものとしたときには、この低解像度抑制済画像を「抑制済画像」として取り扱い、低解像度抑制済画像と原画像との差をとるものとする。

【0020】また、本発明の画像保存方法においては、保存する画像情報のデータ量を少なくするために、原画像を担持する原画像データを符号化して原画像符号化データを得るとともに、抑制済画像を担持する画像データを符号化して抑制済符号化データを得、抑制済画像データに代えて抑制済符号化データを用いるとともに、原画像データに代えて原画像符号化データを用いて、前記保存を行なうものとするのが望ましい。なお、上述のように低解像度抑制済画像を得るものとしたときには、この低解像度抑制済画像を「抑制済画像」として取り扱うものとする。さらに、前述のように差分画像を得るものとするときには、前記原画像に代えてこの差分画像を符号化するのはいうまでもなく、この場合、原画像符号化データを差分画像符号化データに置き換えて考えるとよい。

【0021】なお、2つの画像（原画像あるいは差分画像と、抑制済画像）に関して符号化するに際しては、保存する画像情報のデータ量を一層少なくするために、原画像符号化データ（あるいは差分画像符号化データ）を得るための符号化と、前記抑制済符号化データを得るための符号化のうちの少なくとも一方が、非可逆圧縮符号化であることが好ましい。

【0022】また、2つの画像（同上）に関して符号化するに際しては、各符号化データを、1つのビットストリームに含めて保存することが好ましい。

【0023】なお、周期模様像を含む原画像（あるいは差分画像）および抑制済画像のうちのいずれか一方のみに関して符号化して、この一方の画像を担持する符号化データと、符号化していない他方の画像を担持するデータとを対応づけて保存する方法も考えられるが、保存する情報量を低減するという観点では、前述のように、両画像に関して符号化した方が好ましいのはいうまでもない。

【0024】本発明における画像保存方法においては、

周期模様抑制処理が、原画像に対して所定のフィルタによるフィルタリング処理を繰り返し施すことにより該原画像を多重解像度空間に変換するものであって、且つ少なくとも初段のフィルタリング処理における所定のフィルタとして、周期模様像を除去する機能を有するものを使用するものであることが好ましい。この方法は、上述した、原画像に対して周期模様抑制処理と低解像度化処理を同時に施す手法の一態様である。ここで多重解像度空間に変換する手法としては、例えばウェーブレット変換やラプラシアンピラミッド展開を用いた方法などがある。

【0025】なお、これに限らず、例えば、所定の特性を有するモアレ除去フィルタを用いて周期模様抑制処理を施した後、周知の方法を用いた画素密度変換処理を施すことにより、解像度レベルの異なる、周期模様像を含まない画像を得てもよい。

【0026】本発明による画像保存装置は、周期模様像を含む原画像に対して、周期模様像に対応する空間周波数成分を抑制する周期模様抑制処理を施して抑制済画像を得る周期模様抑制処理手段を備え、該抑制済画像を担持する抑制済画像データを、原画像を担持する原画像データと対応づけて保存させるものであることを特徴とする。

【0027】本発明による画像保存装置においては、原画像の解像度よりも低い解像度の、周期模様像に対応する空間周波数成分が抑制された低解像度抑制済画像を得る低解像度抑制済画像取得手段を備えたものとし、該低解像度抑制済画像を担持する低解像度画像データを抑制済画像データの代わりに保存させるものとするのが望ましい。なお、低解像度抑制済画像取得手段を、画素密度変換処理を施すことにより低解像度抑制済画像を得るものとするができる。

【0028】本発明による画像保存装置においては、原画像と抑制済画像との差をとって差分画像を得る減算手段をさらに備えたものとし、該差分画像を担持する差分画像データを、原画像データの代わりに保存させるものとするのが望ましい。

【0029】また、本発明による画像保存装置においては、原画像を担持する原画像データを符号化して原画像符号化データを得る第1の符号化手段と、抑制済画像を担持する画像データを符号化して抑制済符号化データを得る第2の符号化手段とをさらに備えたものとし、抑制済画像データに代えて該抑制済符号化データを用いるとともに、原画像データに代えて原画像符号化データを用いて、前記保存を行なうものとするのが望ましい。

【0030】さらに、本発明による画像保存装置においては、第1および第2の符号化手段のうちの少なくとも一方が、非可逆圧縮符号化を行なうものであることが望ましい。

【0031】さらにまた、本発明による画像保存装置に

においては、各符号化データを、1つのビットストリームに含めて保存させるものであることが望ましい。

【0032】また、本発明による画像保存装置においては、周期模様抑制処理手段を、原画像に対して所定のフィルタによるフィルタリング処理を繰り返し施すことにより該原画像を多重解像度空間に変換するものであって、且つ少なくとも初段の前記フィルタリング処理における前記所定のフィルタとして、周期模様像を除去する機能を有するものを使用するものとするのが望ましい。

【0033】なお、本発明による上記画像保存方法をコンピュータに実行させるためのプログラムとして、コンピュータ読取り可能な記録媒体に記録して提供してもよい。

【0034】

【発明の効果】本発明の画像保存方法および装置によれば、周期模様像を含む原画像に対して周期模様抑制処理を施して抑制済画像を得、該抑制済画像を担持する抑制済画像データを、原画像を担持する原画像データと対応づけて保存するようにしたので、目的に応じた画像を短時間で出力するなど、画像を高速に利用することができ、また保存された抑制済画像データが担持する抑制済画像に対して画素密度変換により画像を任意に拡大・縮小することで、周期模様が目立たない拡大画像や縮小画像を得ることができる。

【0035】また、画素密度変換処理などの手法を用いて低解像度抑制済画像を得、該低解像度抑制済画像を担持する低解像度画像データを保存するものとすれば、保存情報量を少なくすることができる。

【0036】また、原画像と抑制済画像との差をとって差分画像を得、該差分画像を担持する差分画像データを原画像データの代わりに保存するものとすれば、保存情報量をより少なくすることができる。

【0037】また、原画像あるいは差分画像と抑制済画像とを符号化して保存すれば保存情報量をさらに低減することができ、さらに少なくとも一方の画像について非可逆圧縮符号化を用いれば保存情報量を一層低減することができる。

【0038】また、周期模様抑制処理として、多重解像度変換を利用するとともに、少なくとも初段のフィルタリング処理に周期模様像を除去する機能を有するフィルタを使用すれば、拡大処理や縮小処理をするのにも都合であり、また例えばネットワークを介して画像転送する上でも都合がよい。

【0039】また、各符号化データを1つのビットストリームとすることにより、複数の画像を1つのデータファイルとして管理することができ、データベース管理が楽になる。

【0040】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実

施の形態について詳細に説明する。なお、以下の説明では、上記特開昭55-12429号や特開昭56-11395号などに記載されているように、記録シートとしての蓄積性蛍光体シートを利用した放射線画像情報記録再生システムにおいて、前記シートに記録された人体の放射線画像をレーザービーム走査によりデジタル画像信号として読み取る態様を例に説明する。なお、グリッドピッチが3.4本/mmのものと、4本/mmのもののいずれにおいても、少なくともSQ画像以下の解像度レベルで、静止グリッドに起因する縞模様を発生しないようにするものとして説明する。

【0041】図1は、放射線画像撮影装置の概略を示した図である。図1に示すように、放射線源1から放射された放射線2は、被写体3を経由しさらにグリッド4に到達する。グリッド4は、放射線2を吸収する鉛4aと、放射線2を透過するアルミニウム4bとが、放射線源1から発せられた放射線2がアルミニウム4bを経由して、シート11に真っ直ぐに入射するように、位置に応じて多少傾きをもって（図1参照）、3.4本/mmのピッチで交互に配置されているものである。このため放射線源1から発せられ被写体3を真っ直ぐに透過した放射線2は、鉛4aに吸収されて遮られる一方、アルミニウム4bを透過してシート11を照射し、シート11には被写体像とともに3.4本/mmの縞模様状のグリッド像が蓄積記録される。一方、被写体3内で散乱された散乱放射線2aはグリッド4の前記傾きに対して斜めに入射するため、アルミニウム4b部に入射したものもグリッド4内部で鉛4aに吸収され、またはグリッド4の表面で反射されるため、シート11には照射されず、したがってシート11には散乱放射線2aの照射の少ない鮮明な放射線画像が蓄積記録される。

【0042】図2は、グリッド4を使用して撮影を行うことによりシート11に蓄積記録された、被写体像（図の斜線部）5と縞模様状のグリッド像6を示した図である。このようにシート11には被写体像5とグリッド像6とが重畳された放射線画像が記録される。

【0043】図3は、静止グリッド像を含む画像を取得するための放射線画像読取装置の斜視図である。

【0044】読取部10の所定位置にセットされた放射線画像が記録されたシート11は、不図示の駆動手段により駆動されるエンドレスベルトなどのシート搬送手段15により、走査ピッチ10本/mmで矢印Y方向に搬送（副走査）される。一方、レーザー光源16から発せられた光ビーム17はモータ24により駆動され矢印方向に高速回転する回転多面鏡18によって反射偏向され、fθレンズなどの集束レンズ19を通過した後、ミラー20により光路を変えてシート11に入射し副走査の方向（矢印Y方向）と略直角な矢印X方向に主走査する。シート11の光ビーム17が照射された箇所からは、蓄積記録されている放射線画像情報に応じた光量の輝点発

光光21が発散され、この輝尽発光光21は光ガイド22の入射端面22aに入射し、該ガイド22内の内部を全反射を繰り返して進み、射出端面22bから射出してフォトマル（光電子増倍管）23に受光されることにより、放射線画像を表す輝尽発光光21が該フォトマル23によって光電的に検出されて電気信号Saに変換される。なお、画像信号Sには、良好な放射線可視画像を再生出力するために必要な、所望とする範囲の空間周波数帯のうちの最高の空間周波数（後述するナイキスト周波数） $f_n = 5.0 \text{ cycle/mm}$ より低い、図2に示すグリッド像6に関する情報である 3.4 cycle/mm の空間周波数帯域の情報も含まれている。このグリッド像6に関する情報は可視画像を観察する際にその可視画像を見にくくする原因のひとつとなるものであり、取り除くべき情報である。

【0045】アナログ出力信号Saはログアンプ26で対数的に増幅された後、A/D変換器28において空間周波数 $f_s = 10.0 \text{ cycle/mm}$ に対応するサンプリング間隔でサンプリングされてディジタル化され、読取密度の高い、高密度画像（最高解像度レベルのHQ画像）を担持するディジタルの画像信号S1が得られる。

【0046】この画像信号Sは、図4に示すように、シート11に対して主走査方向（横方向）にレーザビームを走査させながらシート11を副走査方向（縦方向）に移動させてシート11を2次元走査して得られた画像情報を表すことになる。なお、このようにして得られた画像信号S1は、ナイキスト周波数 f_n 以下の情報を担持しており、したがって図2に示すグリッド像6の情報（ 3.4 cycle/mm ）も含まれている。なお、この実施の形態においてはグリッド像6の情報（ 3.4 cycle/mm ）の2倍以上の空間周波数 f_s に対応するサンプリング間隔でディジタル化しているので、エリアジングによるグリッド像6のモアレは発生しない。画像信号S1は一旦記憶部29に一旦記憶された後、画像信号処理装置30に入力され、所定の処理が施される。

【0047】図5は本発明による画像保存装置を包含した第1の実施形態の画像処理装置30を表す概略ブロック図、図6は、本発明による画像保存方法を利用した画像処理システムを表す概略ブロック図である。図6に示すように、画像処理システムは画像処理装置30、80、ファイルサーバ62、ネットワーク63、CRTモニタ71、およびフィルム出力装置72からなる。

【0048】画像処理装置30は、図5に示すように、上記図3に示した放射線画像読取装置において高密度読取りによって得られた高密度画像（HQ画像）を表す画像信号S1を記憶部29から読み出し、この読み出した時間領域で表される画像信号S1に対して所定の符号化ルールにしたがって符号化する符号化手段31と、画素密度変換の一手法としてのウェーブレット変換処理を用いた多重解像度分解処理を画像信号S1に対して施して

周波数領域で取り扱うことのできる帯域制限画像信号を得るウェーブレット変換部（多重解像度分解処理手段）32と、ウェーブレット変換部32において複数の周波数帯域に分解された各帯域制限画像信号のうち、少なくともHQ画像の解像度よりも解像度レベルを1段低下させた $1/2$ 解像度レベルまでの信号を量子化した後所定の符号化ルールにしたがって符号化する符号化手段34と、HQ画像あるいは解像度レベルを低下させた画像に対して所望の画像処理を施して処理済画像信号S2を得る画像処理手段35と、処理済画像信号S2を用いて、画像が所望の出力フォーマットに適合して再生出力されるようにする出力フォーマット形成手段36と、ファイルサーバ62に保存された画像を復元する復元部40とを有する。

【0049】各符号化手段31、34における符号化ルールは、それぞれ異なるものであってもよい。ここでは、符号化手段31は、JPEG（Joint Photographic Experts Group）方式あるいはJPEG・LSなどで広く用いられているエントロピー符号化方式など可逆符号化方式を用い、符号化手段34は、圧縮率を高めるため（例えば $1/5 \sim 1/20$ 程度）に、公知の種々の手法を採用した非可逆符号化方式を用いる。

【0050】復元部40には、ファイルサーバ62に保存された画像を読み出して再生出力することができるように、前記符号化手段31に対応する復号化手段41および符号化手段34に対応する復号化手段42と、復号化手段42と接続された、前記ウェーブレット変換部32に対応する逆ウェーブレット変換部44とが設けられる。

【0051】なお、画像処理装置30とネットワーク63を介して接続された画像処理装置80には、画像処理装置30に設けた画像処理手段35および復元部40とそれぞれ同様の構成の、画像処理手段81および復元部82が設けられている。なお、図6には示していないが、画像処理装置80にはCRTモニタやフィルム出力装置が接続されるのはいうまでもない。

【0052】上記構成の画像処理システムにおいて、記憶部29から読み出されたHQ画像を表す画像信号S1が画像処理装置30に入力されると、画像処理手段35において所定の画像処理が施されて処理済画像信号S2が得られ、この処理済画像信号S2が出力フォーマット手段36に入力される。これにより、HQ画像がCRTモニタ71に再生出力され、あるいはフィルム出力装置72によりフィルムに出力されて、診断に用いられることとなる。

【0053】次に、本発明による画像保存方法について説明する。図7はウェーブレット変換部32において行なわれる多重解像度分解処理としてのウェーブレット変換処理を説明するための機能ブロック図であり、図8は各ウェーブレット変換手段32aの詳細を示したブロック

ク図である。図7に示すように、ウェーブレット変換部32には解像度(画素密度)レベルに応じた段数分のウェーブレット変換手段32aが設けられる。なお後述する逆ウェーブレット変換部44には、SQ画像を復元できるように、少なくともウェーブレット変換手段32aの総段数分より1段少ない分だけの逆ウェーブレット変換手段34aが設けられる。なお、本実施の形態においては、ウェーブレット変換の各係数が直交する、2次元の直交ウェーブレット変換を行なうものとする。

【0054】図7および図8に示すように、記憶部29から読み出されたHQ画像を表す画像信号S1がウェーブレット変換部32に入力されると、画像信号S1を原画像信号Sorgとして、該原画像信号Sorgに対してウェーブレット変換が施される。すなわち、原画像信号Sorg(HQ画像を表す信号LL0と等価)の主走査方向にウェーブレット関数H1、G1によりフィルタリング処理を行うとともに、主走査方向の画素を1画素おきに間引き(図中↓2で表す)、主走査方向の画素数を1/2にする。ここで、関数H1はハイパスフィルタであり、関数G1はローパスフィルタである。さらに、この画素が間引かれた信号のそれぞれに対して副走査方向に前記関数H1、G1によりフィルタリング処理を行うとともに、副走査方向の画素を1画素おきに間引き、副走査方向の画素数を1/2にして、ウェーブレット変換係数信号(以下単に信号ともいう)HH1、HL1、LH1、LL1を得る。ここで、信号LL1は原画像の縦横を各々1/2に縮小した1/4縮小画像を表し、それぞれHQ画像の1/4縮小画像において、信号LH1は副走査方向(縦方向)の高周波成分(横エッジ)を表す画像、信号HL1は主走査方向(横方向)の高周波成分(縦エッジ)を表す画像、信号HH1は対角方向の高周

波成分(斜めエッジ)を表す画像、信号LL1はHQ画像に対して1/2解像度の低周波成分の画像であるSQ画像を表すことになる。帯域分割の基準となる周波数、すなわち、低周波成分と各高周波成分との境目の周波数は、関数H1、G1のフィルタ特性によって決まり、この初段での関数H1、G1によるフィルタリング処理の際には、ローパスフィルタとしての関数G1は、静止グリッド4のグリッドピッチに対応して、3.4cycle/mm以上の空間周波数の伝達特性(レスポンス)が略ゼロとなる特性を有するようにし、ハイパスフィルタとしての関数H1は、関数G1のローパス特性を補うハイパス特性を有するようにする。つまりウェーブレット変換の初段に用いられるフィルタとして、周期模様像としてのモアレ成分を除去する機能(モアレ除去機能)を持たせる。このようなモアレ除去機能を有するローパスフィルタとしては、例えば本願出願人による特願平10-164737号に記載のモアレ除去フィルタと同じ特性を有するもの、すなわち静止グリッド4のグリッドピッチに対応する空間周波数成分に対して97%以上の空間周波数成分のレスポンスを5%以下に低減するものを用いており、例えば、表1に示す(17, 7)タップ、表2に示す(13, 7)タップ、表3に示す(15, 5)タップなどのフィルタ係数を用いたウェーブレット変換フィルタで実現することができる。なお、各ウェーブレット変換フィルタにおけるローパスフィルタの周波数応答特性を図9に示す。図9に示すように、いずれのフィルタG1も、空間周波数3.3cycle/mm以上のレスポンスを5%以下に低減するものである。

【0055】

【表1】

<表1>; (17, 7) タップ
ウェーブレット分割用ローパスフィルタG1
(a8, a7, a6, a5, a4, a3, a2, a1, a0, a1, a2, a3, a4, a5, a6, a7, a8)
ウェーブレット分割用ハイパスフィルタH1
(b3, b2, b1, b0, b1, b2, b3)

a0 = 0.53234743	b0 = 1.26885769
a1 = 0.31296897	b1 = -0.50000000
a2 = -0.02883059	b2 = -0.13442884
a3 = -0.09095774	b3 = -0.13442884
a4 = 0.01828153	
a5 = 0.03402453	
a6 = -0.01037186	
a7 = -0.00278855	
a8 = -0.00278855	

ウェーブレット合成用ローパスフィルタG1'
(-b3, b2, -b1, b0, -b1, b2, -b3)
ウェーブレット合成用ハイパスフィルタH1'
(a8, -a7, a6, -a5, a4, -a3, a2, -a1, a0, -a1, a2, -a3, a4, -a5, a6, -a7, a8)

【表2】

<表2>; (13, 7) タップ
 ウェーブレット分割用ローパスフィルタ G 1
 (a6, a5, a4, a3, a2, a1, a0, a1, a2, a3, a4, a5, a6)
 ウェーブレット分割用ハイパスフィルタ H 1
 (b3, b2, b1, b0, b1, b2, b3)

a0 = 0.5590000000	b0 = 1.1678751323
a1 = 0.3070000000	b1 = -0.5408349230
a2 = -0.0460000000	b2 = -0.0839375665
a3 = -0.0901544756	b3 = 0.0408349233
a4 = 0.0338214681	
a5 = 0.0308220075	
a6 = -0.0150000000	

ウェーブレット合成用ローパスフィルタ G 1'
 (-b3, b2, -b1, b0, -b1, b2, -b3)
 ウェーブレット合成用ハイパスフィルタ H 1'
 (a6, -a5, a4, -a3, a2, -a1, a0, -a1, a2, -a3, a4, -a5, a6)

【表3】

<表3>; (15, 5) タップ
 ウェーブレット分割用ローパスフィルタ G 1
 (a7, a6, a5, a4, a3, a2, a1, a0, a1, a2, a3, a4, a5, a6, a7)
 ウェーブレット分割用ハイパスフィルタ H 1
 (b2, b1, b0, b1, b2)

a0 = 0.53534743	b0 = 1.26885769
a1 = 0.31296897	b1 = -0.50000000
a2 = -0.02883059	b2 = -0.13442884
a3 = -0.09095774	
a4 = 0.01828153	
a5 = 0.03402453	
a6 = -0.01037186	
a7 = -0.00278865	

ウェーブレット合成用ローパスフィルタ G 1'
 (b2, -b1, b0, -b1, b2)
 ウェーブレット合成用ハイパスフィルタ H 1'
 (-a7, a6, -a5, a4, -a3, a2, a1, a0, -a1, a2, -a3, a4, -a5, a6, -a7)

【0056】これにより、3.4本/mm以下のグリッドピッチ (mm当たりの読取密度が3.4本/mmよりも大きい) である限り、横方向グリッドが使用されたときにはグリッド成分が信号LH1に現れ、縦方向グリッドが使用されたときにはグリッド成分が信号HL1に現れ、クロスグリッドが使用されたときにはグリッド成分が信号HH1に現れ、グリッド方向に拘わらず、SQ画像を表す信号LL1においては空間周波数3.3cycle/mm以上のレスポンスが5%以下に低減されたものとなり、静止グリッド4に起因する縞模様 (モアレ) が殆ど現れない。

【0057】さらに、ウェーブレット変換手段32aにおいて、基本ウェーブレット関数H0, G0を用いて、信号LL1に対してウェーブレット変換が施されて、信号HH2, HL2, LH2, LL2が得られる。ここで、信号LL2は原画像の縦横を各々1/4に縮小した1/16縮小画像を表し、それぞれ原画像の1/16縮小画像において、信号HL2, LH2およびHH2は、上記同様に、縦エッジ、横エッジ、あるいは斜めエッジ

成分の画像を表すものとなる。なお、上述のように、SQ画像を表す信号LL1にはグリッド成分が殆ど現れないので、この2段目で用いられるウェーブレット関数H0, G0は、上記初段で用いられたウェーブレット関数H1, G1とは異なり、静止グリッド4のグリッドピッチに対応して設定されるものである必要はなく、例えば、表4に示すドーベッチ (Daubechies) の (9, 7) タップのフィルタ係数を用いたウェーブレット変換フィルタとするとよい。なお、この (9, 7) タップウェーブレット変換フィルタにおけるローパスフィルタG0の周波数応答特性を図9に示す。

【0058】

【表4】

<表4>;ドビッシーの(9,7)タップ
ウェーブレット分割用ローパスフィルタG0
(a4,a3,a2,a1,a0,a1,a2,a3,a4)
ウェーブレット分割用ローパスフィルタH0
(b3,b2,b1,b0,b1,b2,b3)

a0=	b0=
a1=	b1=
a2=	b2=
a3=	b3=
a4=	

ウェーブレット合成用ローパスフィルタG0'
(-b3,b2,-b1,b0,-b1,b2,-b3)
ウェーブレット合成用ハイパスフィルタH0'
(a4,-a3,a2,-a1,a0,-a1,a2,-a3,a4)

【0059】以下、上記2段目と同様にして、各周波数帯域において得られるウェーブレット変換係数信号 L_k に対するウェーブレット変換を n 回繰り返すことによりウェーブレット変換係数信号 $HH1 \sim HHn$, $HL1 \sim HLn$, $LH1 \sim LHn$, $LL1 \sim LLn$ を得る。ここで、 n 回目のウェーブレット変換により得られるウェーブレット変換係数信号 HHn , HLn , LHn , LLn は、原画像信号 $Sorg$ と比較して主副各方向の画素数が $(1/2)^n$ となった $(1/2)^{2n}$ 縮小画像を表し、各ウェーブレット変換係数信号 HHn , HLn , LHn , LLn は n が大きいほど周波数帯域が低くなる。このように、ウェーブレット変換係数信号 HHk , HLk , LHk , LLk (k は解像度レベルであって、 $k=1 \sim n$ の整数)は、それぞれ、原画像信号 $Sorg$ の周波数範囲のうちの所定範囲の周波数成分を担持する帯域制限画像信号となる。また、信号 HHk は原画像信号 $Sorg$ の主副両方向の周波数の変化を表し k が大きいほど低周波信号となる。また信号 HLk は原画像信号 $Sorg$ の主走査方向の周波数の変化を表すものであり、 k が大きいほど低周波信号となる。さらに信号 LHk は原画像信号 $Sorg$ の副走査方向の周波数の変化を表すものであり、 k が大きいほど低周波信号となる。

【0060】図10は、原画像信号をウェーブレット変換して各成分に分解した結果を示す図である。なお、図10においては、1回目の2次元ウェーブレット変換を行ない(同図(a))、その後2回目の2次元ウェーブレット変換を行なった状態まで(同図(b))を表している。

【0061】なお、上記ウェーブレット変換部32の作用説明から判るように、該ウェーブレット変換部32における初段のウェーブレット変換手段32aは、本発明に係る周期模様抑制処理手段、低解像度抑制済画像取得手段および画素密度変換手段として機能するものである。なお、SQ画像以下の各解像度レベルの画像を表す信号 L_k を画像処理手段35に入力することで、 $(1/2)^k$ 解像度となった、モアレを生じない $(1/2)^{2k}$ 縮小画像をCRTモニタ71などで再生出力することが

できる。

【0062】このようにして多数の解像度レベルのウェーブレット変換係数信号 $HH1 \sim HHn$, $HL1 \sim HLn$, $LH1 \sim LHn$, $LL1 \sim LLn$ が求められた後、各信号のうちのHQ画像の解像度よりも1段低下した $1/2$ 解像度レベルまでの信号、すなわちSQ画像まで復元することができる信号が符号化手段34に入力され、量子化および非可逆符号化処理が施され符号化データDAに変換される。上記説明から明らかなように、この符号化データDAは、モアレ成分を殆ど含まないデータとなる。一方、記憶部29から読み出されたHQ画像を表す画像信号Sは符号化手段31にも入力され、可逆符号化処理が施され符号化データDBに変換される。上述の処理プロセスを画像に着目して模式的に示すと図11のようになる。

【0063】そして、変換された各符号化データDA, DBを、それぞれ対応づけて(関連づけて)ファイルサーバ62に格納する。このとき、各符号化データDA, DBは1つのビットストリーム(ファイル)に含めて格納(記憶)させておく。また、符号化データDAがSQ画像を表し、符号化データDBがHQ画像を表すものであることが判るように、適当な識別データを各符号化データの添付データ(例えばヘッダデータ)として付加しておく。そして、利用者の要求により、原画像レベルの解像度画像、すなわちHQ画像が欲しい場合(特に読影目的)には符号化データDBを復元部40で復号化し、あるいはネットワーク63を介して他の機器(本例では画像処理装置80)に画像転送(データ転送)した後復号化する。一方、 $1/2$ 縮小画像レベル以下の解像度でかまわない場合には(特に参照目的)は、SQ画像を表す符号化データDAを復号化等する。

【0064】図12は、ビットストリーム(ファイル)のデータ構造の一例を示す図である。HQ画像を元にして $1/2$ 解像度のSQ画像を得、HQ画像の符号化データDBとSQ画像の符号化データDAを得た後、SQ画像の符号化データDAが先頭側となりHQ画像の符号化データDBが後側となるように1つの符号化データに纏める。次に、纏められた符号化データの先頭側に、ヘッダ情報を付加する。このヘッダ情報としては、HQ画像およびSQ画像それぞれについての情報、例えば、画素数、ライン数、ビット数、符号化データ量、ハフマンテーブルなどを含める。なお、各符号化データDA, DBを1つに纏める前に、各画像の符号化データごとにヘッダ情報を付加し、その後に1つのデータに纏めてもよい。各符号化データDA, DBを別個に保存(記憶)・転送すると2つのファイルを管理しなければならず、データベース管理が煩雑となるが、このように各符号化データDA, DBを同一のビットストリーム(ファイル)とすることにより、2つの画像を1つのデータファイルとして管理することができ便利である。

【0065】なお、量子化および符号化して画像保存した後に画像転送し、その後に画像を復元するに際しては、例えばMPEG-4 (Moving Picture Experts Group-4) で用いられている、SNRスケーラビリティあるいは空間スケーラビリティを用いるとよい。ここでSNRスケーラビリティとは、ウェーブレット変換係数信号を階層的に量子化する方法であって、図13(A)にその概念図を示すように、最初にウェーブレット変換係数信号を粗い量子化ステップで量子化して符号化し、ウェーブレット変換係数信号の量子化誤差を逐次密な量子化ステップで量子化して符号化するものである。そして転送先の画像処理装置においては、受信した符号化データの最初の部分のみを復号化することで、やや歪み(雑音)が含まれた画像を再生することができ、逐次量子化誤差を密に量子化した符号化データを復号化することで、徐々に画像のS/N比を高めることができる。一方、空間スケーラビリティとは、解像度レベルの最も低い(最低周波成分の)ウェーブレット変換係数信号から順次段階的に量子化する方法であって、図13(B)にその概念図を示すように、最初に低周波成分のウェーブレット変換係数信号を量子化して符号化し、順次より高い周波数成分を符号化するものである。そして転送先の画像処理装置においては、受信した符号化データの最初の部分のみを復号化することで、低周波成分の画像を再生することができ、逐次受信した高周波数成分に対応する符号化データを復号化することで、徐々に空間解像度を高めることができる。

【0066】次に、ファイルサーバに62に保存された符号化データに基づいて、元の画像を復元する方法について説明する。

【0067】各符号化データDA、DBはファイルサーバ62から復元部40に読み込まれ、識別用の添付データを参照することで、符号化データDAは復号化手段42に、符号化データDBは復号化手段41に入力される。そして、各復号化手段41、42においては、それぞれ符号化処理に対応した復号化処理および逆量子化処理が施されて、略元の信号が復号化される。

【0068】その後、SQ画像を表す符号化データDAを復号化手段42によって復号化して得たウェーブレット変換係数信号LLn、HLk、LHk、HHk(k=1~n)は、逆ウェーブレット変換部44において、最低解像度レベルnからレベル1(SQ画像の解像度レベル)まで、順次逆ウェーブレット変換が施される。

【0069】図14は、逆ウェーブレット変換部44の構成を示す概略ブロック図、図15は各逆ウェーブレット変換手段34aにおいて行なわれる逆ウェーブレット変換処理を説明するための機能ブロック図である。図14に示すように、まず、最低周波数帯域の信号HHn、HLn、LHn、LLnに対して逆ウェーブレット変換手段44aにおいて逆ウェーブレット変換を施して信号

LLn-1を得る。

【0070】逆ウェーブレット変換に際しては、図15に示すように、まず、信号LLnおよび信号LHn(LHk)の副走査方向に対して画素間に1画素分の間隔をあける処理を行うとともに(図中↑2で表す)、ウェーブレット変換の際に用いた関数G0、H0に対応する逆ウェーブレット変換関数G0'、H0'によりフィルタリング処理を副走査方向に施してこれらを加算し、さらに加算により得られた信号(第1の加算信号とする)の主走査方向に対して画素間に1画素分の間隔をあける処理を行うとともに、関数G0'によりフィルタリング処理を主走査方向に施して第1の信号を得る。一方、信号HLn(HLk)および信号HHn(HHk)の副走査方向に対して画素間に1画素分の間隔をあける処理を行うとともに、関数G0'、H0'によりフィルタリング処理を副走査方向に施してこれらを加算し、さらに加算により得られた信号(第2の加算信号とする)の主走査方向に対して画素間に1画素分の間隔をあける処理を行うとともに、関数H0'によりフィルタリング処理を主走査方向に施して第2の信号を得る。そして第1および第2の信号を加算して信号LLn-1(LLk-1)を得る。

【0071】次に、信号HHn-1、HLn-1、LHn-1、LLn-1に対して上記と同様に逆ウェーブレット変換手段44aにおいて逆ウェーブレット変換を行なって、処理済み信号LLn-2を得る。そして、以下上記と同様にして逆ウェーブレット変換を解像度レベル1まで繰り返すことによりSQ画像を表す信号LL1が得られ、元のSQ画像と略等価の画像(非可逆符号化方式を用いているので;ここでは復元された画像もSQ画像とする)を復元することができる。

【0072】一方、HQ画像を表す符号化データDBを復号化手段41によって復号化して得た信号を用いることで、完全なるHQ画像を復元することができる(可逆符号化方式を用いているので)。

【0073】このようにして復元されたHQ画像およびSQ画像は、画像処理手段35において所定の画像処理が施された後、出力フォーマット形成手段36を介して、CRTモニタ71などで再生出力される。ここで、HQ画像は、グリッド像を含む画像ではあるが、上述のように、サンプリング周波数fsが十分に高いので、グリッド像はさほど目立たない。一方、前述のように、HQ画像に対するウェーブレット変換によって得たSQ画像を表す解像度レベル1の信号LL1においては空間周波数3.3cycle/mm以上のレスポンスが5%以下に低減されたものとなり、3.4本/mmの静止グリッド4を用いて撮影を行なっても、4本/mmの静止グリッド4を用いて撮影を行なっても、これらの静止グリッド4に起因する縞模様が殆ど現れずグリッド成分が抑制されている。また、グリッド成分が抑制された信号LL1に対してウェ

ウェーブレット変換を施して得たレベル1以降の信号 L_k にもモアレ成分が含まれないので、全ての低解像度画像（縮小画像）において、静止グリッドに起因するモアレが発生するということがない。またSQ画像（勿論それ以下の解像度レベルの画像でもよい）を用いて、画像を任意倍率で拡大あるいは縮小処理しても、モアレによるアーチファクトが生ぜず、見やすい高画質の画像を提供することができる。またウェーブレット変換を用いているので、拡大／縮小処理をするのにも都合であり、ネットワーク63を介して画像転送する上でも都合がよい。

【0074】また、ネットワーク接続された画像処理装置80の復元部82においても、転送された各符号化データDA、DBに基づいて、上記説明と同様にグリッド像の目立たないHQ画像や、モアレを発生しない低解像度画像（例えばSQ画像）を復元できる。さらにはSQ画像（それ以下の解像度レベルの画像でもよい）を用いて、画像を任意倍率で拡大あるいは縮小処理しても、モアレによるアーチファクトが生ぜず、見やすい高画質の画像を提供することができる。

【0075】このように、本発明を適用した上記構成の画像処理システムにおいては、グリッド像を含む画像（上記例ではHQ画像）と、グリッド像に起因する周期模様を抑制した画像（上記例ではSQ画像）とを対応づけて保存するようにしたので、目的に応じた画像を高速に利用することができ、また保存されたSQ画像に対して画素密度交換により画像を任意に拡大・縮小しても周期模様が目立たない拡大画像や縮小画像を再生することができる。

【0076】次に、本発明による第2の実施形態について説明する。図16は、本発明による画像保存装置および画像復元装置を包含した第2の実施形態による画像処理装置30を表す概略ブロック図であって、上記図5に対応するものである。第1の実施形態との違いは、符号化データDAに基づいてSQ画像を復元した後補間拡大してHQ画像と同じ解像度レベル（画素数）のHQ'画像を得、このHQ'画像とHQ画像との差分をとり、この差分によって得た画像（DQ画像；Differential Quality）を表す差分信号を符号化した符号化データDDを、HQ画像を表す符号化データDBの代わりに、符号化データDAと対応づけて（関連づけて）ファイルサーバ62に格納する点である。

【0077】図16に示すように、第2の実施形態による画像処理装置30には、SQ画像を復元する復号化手段42と接続された、HQ画像と同じ解像度レベルのHQ'画像を得る補間拡大手段45と、HQ'画像とHQ画像との差分をとる減算手段37とを備える。減算手段37の出力信号が表す差分画像DQが、HQ画像の代わりに符号化手段34に入力される。また、符号化手段34により得た符号化データDAと、ファイルサーバ62

から読み出した符号化データDAのいずれか一方を復号化手段42に選択的に入力するための切替手段47が設けられている。さらに、HQ画像を復元する手段として、復号化手段41に加えて、復号化手段41により復号化された差分信号が表す差分画像DQと補間拡大手段45により得られたHQ'画像とを加算する加算手段54が設けられている。

【0078】第2の実施形態による画像処理装置30において画像保存するに際しては、先ず、第1の実施形態と同様に、SQ画像についての符号化データDAを得る。次に、切替手段47を入力端子a側にし、この符号化データDAを直接に復号化手段42に入力して、復号化手段42および逆ウェーブレット変換手段44によりSQ画像（正しくは略SQ画像に等しい画像）を復元する。

【0079】次に、補間拡大手段45において、復元したSQ画像の各画素間に値が0の画素を1つつつ補間した後所定のフィルタリング処理を施して拡大画像であるHQ'画像を得る。このHQ'画像は、HQ画像と同じ解像度レベル（画素数）の画像であるが、HQ画像よりは鮮鋭度の低い低画質な画像である。しかしながら、このHQ'画像は、前述のように、モアレ成分を含まないSQ画像を補間拡大して得た画像であり、モアレ成分を含まない画像である。

【0080】次に、減算手段37において、補間拡大手段45により得たHQ'画像と、記憶部29から読み出したHQ画像との差分をとり、差分画像DQを得る。そして差分画像DQを符号化手段34に入力し、可逆符号化処理を施して符号化データDDを得る。

【0081】そして、各符号化データDA、DDを、それぞれ対応づけて（関連づけて）ファイルサーバ62に格納する。したがって、第2の実施形態による画像処理装置30によっても、SQ画像とHQ画像を復元可能な符号化データを保存することができる。また、HQ画像を表す符号化データDBの代わりに差分画像DQを表す符号化データDDを求めているので、符号化効率が高まり、結果的に、保存画像の総情報量を少なくすることができる。上述の処理プロセスを画像に着目して模式的に示すと図17のようになる。

【0082】一方、保存・転送された符号化データに基づいて、元の画像を復元する際には、先ず、切替手段47を入力端子b側に切り替えて、ファイルサーバ62から読み出した符号化データDAに基づいて、第1の実施形態と同様に、復号化手段42および逆ウェーブレット変換手段44によりSQ画像（正しくは略SQ画像に等しい画像）を復元する。また、差分画像DQを表す符号化データDDを復号化手段41によって復号化して差分画像DQを復元した後、加算手段54において、差分画像DQを復元したSQ画像に加えることで、完全なるHQ画像を復元する。このようにして復元されたHQ画像

およびSQ画像は、画像処理手段35において所定の画像処理が施された後、出力フォーマット形成手段36を介して、CRTモニター71などで再生出力される。また、ネットワーク接続された画像処理装置80においても、復元部82を第2の実施形態による復元部40と同様の構成とすることにより、HQ画像とSQ画像を復元することができる。

【0083】以上、本発明による画像保存方法および装置の好ましい実施の形態について説明したが、本発明は必ずしも上述した実施の形態に限定されるものではない。

【0084】例えば、上述の説明は、モアレ除去機能を有するフィルタを用いたウェーブレット変換により画素密度変換を行っていたが、これに限らず、多重解像度変換における、少なくとも最初にフィルタリング処理を施す際のフィルタを、グリッド像を除去するグリッド除去フィルタとする方法、例えば本願出願人が特開平9-44645号に提案しているようにモアレ除去フィルタを用いたラプラシアンピラミッド展開により画素密度変換を行なう方法としてもよい。また、本願出願人による特願平10-164737号に記載のモアレ除去フィルタを用いてモアレ成分を抑制した後、周知の方法を用いた画素密度変換処理を施してもよい。

【0085】また、上述の説明では、グリッド像を含むHQ画像と、グリッド像に起因する周期模様を抑制した低解像度画像（上記例ではHQ画像の1/2解像度レベルのSQ画像）とを対応づけて保存するものとしたが、周期模様を抑制した画像の解像度レベルは、必ずしもHQ画像よりも低解像度の画像である必要はない。例えば、グリッド像が目立たないHQ画像のグリッド成分をモアレ除去フィルタにより除去した、HQ画像と同じ解像度レベル（画素密度）の画像であってもよい。このような画像は、特開平3-12785号や同3-114039号などに提案されているように、例えばHQ画像に対してフーリエ変換し、グリッドの縞模様に対応する周波数データを除去した後、逆フーリエ変換を施す、あるいはグリッドの縞模様の空間周波数成分を除去するフィルタリング処理を施すなどして得ることができる。また、上記説明から理解されるように、SQ画像を補間拡大して得たHQ'画像であってもよい。また、ラプラシアンピラミッド展開を用いる場合においては、HQ画像の解像度レベルまで逆展開して得た画像とすればよい。要するに、モアレ除去処理を施していないグリッド成分を含む画像と、モアレ除去処理を施した画像とを対応づけて保存することにより、いずれの解像度レベルにおいても、モアレのような周期模様が目立たない画像を、利用目的に応じて高速に再生出力することができるものであればよい。

【0086】また、上記説明においては、周期模様像を含む画像の一例として、静止グリッドを用いた撮影によって得られた静止グリッド像を含む放射線画像について

説明したが、周期模様像は、所定の周期パターンからなる像である限り、必ずしも静止グリッド像に限るものではない。

【0087】さらに、上記説明においては、ファイルサーバに格納するデータ量を少なくするため、グリッド像を含む画像（HQ画像）およびモアレ成分を発生させない画像（SQ画像）のいずれをも符号化してデータ保存するようにしていたが、いずれか一方のみを符号化して、この符号化した一方の画像を担持するデータと、符号化していない他方の画像を担持するデータとを対応づけて保存してもよい。また、両画像のいずれも、符号化することなく、対応づけて保存してもよい。

【0088】また、上述した本発明の画像保存方法をコンピュータにより実行するものとし、該方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを、コンピュータ読取り可能な記録媒体に記録して提供してもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】放射線画像撮影装置の概略を示した図

【図2】グリッド撮影により得られた放射線画像を示す図

【図3】放射線画像読取装置の一例を示す斜視図

【図4】走査方向と読取画像との関係を示した図

【図5】本発明の画像保存装置を包含した第1の実施形態の画像処理装置の概略を表すブロック図

【図6】本発明による画像保存方法を利用した画像処理システムを表す概略ブロック図

【図7】ウェーブレット変換部において行なわれるウェーブレット変換処理を説明するための機能ブロック図

【図8】ウェーブレット変換手段の詳細を示したブロック図

【図9】ウェーブレット変換フィルタにおけるローパスフィルタの周波数応答特性を示す図

【図10】原画像信号をウェーブレット変換して各成分に分解した結果を示す図

【図11】第1の実施形態の画像処理装置の処理プロセスを画像に着目して模式的に示した図

【図12】ビットストリームファイルのデータ構造の一例を示す図

【図13】画像転送における、SNRスケラビリティを説明する図（A）、および空間スケラビリティを説明する図（B）

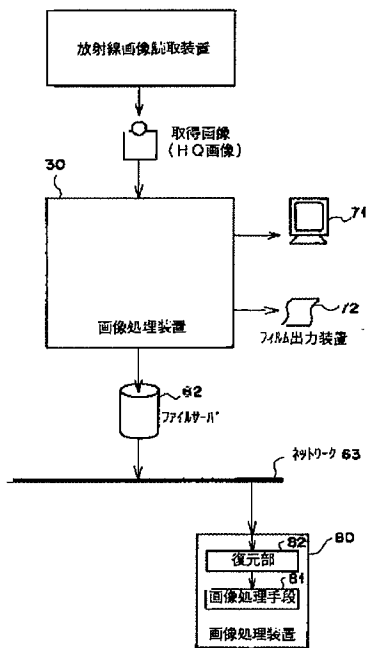
【図14】逆ウェーブレット変換部の構成を示す概略ブロック図

【図15】逆ウェーブレット変換手段において行なわれる逆ウェーブレット変換処理を説明するための機能ブロック図

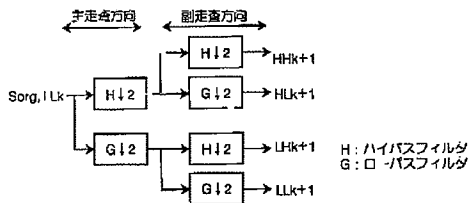
【図16】本発明の画像保存装置を包含した第2の実施形態の画像処理装置の概略を表すブロック図

【図17】第2の実施形態の画像処理装置の処理プロセスを画像に着目して模式的に示した図

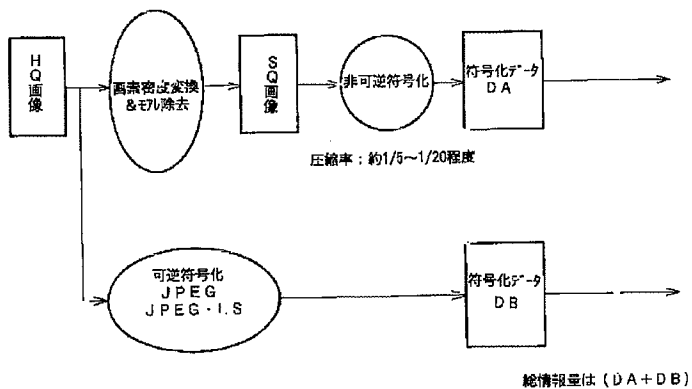
【図6】



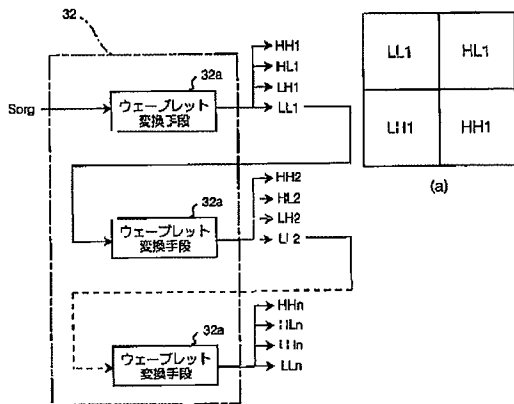
【図8】



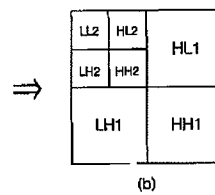
【図 1 1】



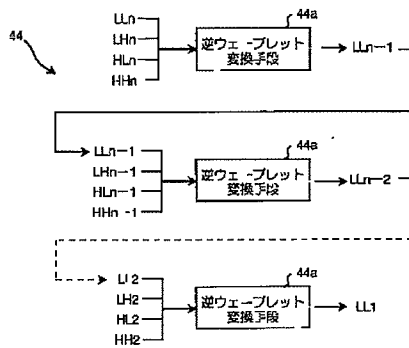
【図7】



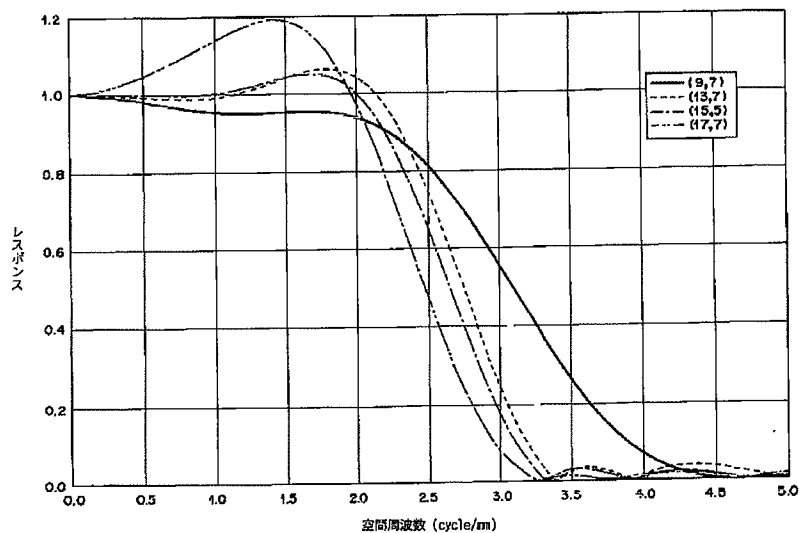
【図10】



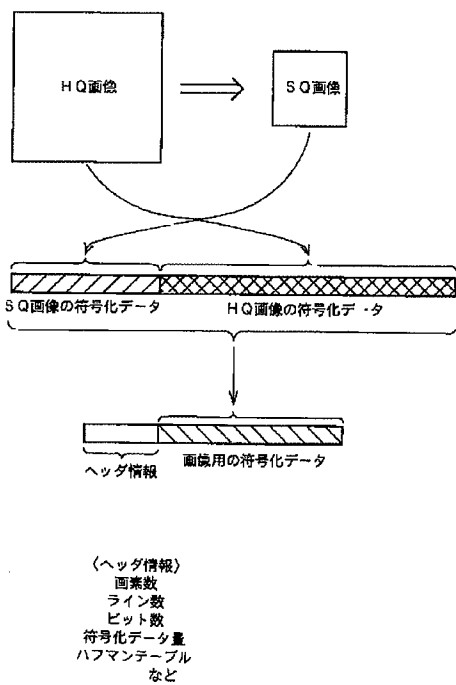
【図14】



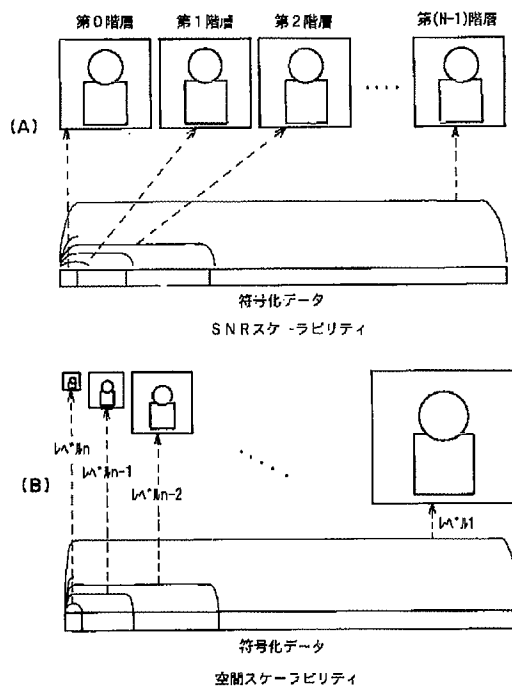
【図9】



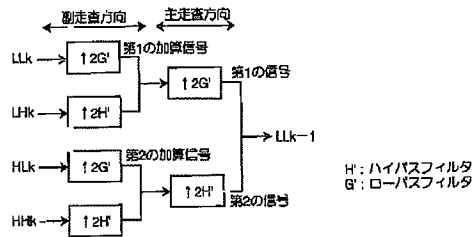
【図12】



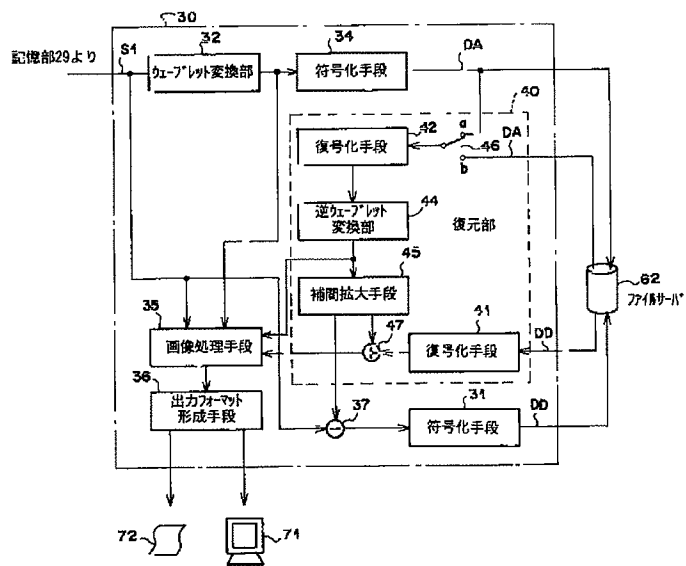
【図13】



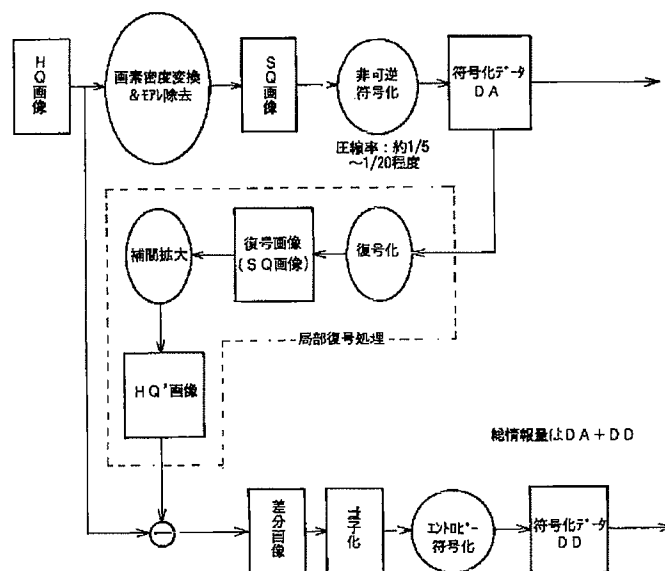
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H013 AC06

4C093 AA01 AA28 CA13 CA21 EB05
EB24 FD01 FD02 FD04 FD05
FD20 FF09 FF13 FF34 FH02
5B057 AA08 CD05 CE06 CG02 CG05
5C078 AA04 BA53 CA23 DA01 DA02
DA22 DB04 EA08
9A001 BB02 BB03 BB04 CC02 DD09
EE02 EE04 EE05 HH24 HH27
JJ09 JJ27 KK42 KK60